

南方稻田紫云英作冬绿肥的增产节肥效应与机制

高嵩涓¹, 周国朋², 曹卫东^{2*}

(1 南京农业大学资源与环境科学学院, 江苏南京 210095; 2 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所/
农业农村部植物营养与肥料重点实验室, 北京 100081)

摘要: 本文对我国南方稻田紫云英作冬绿肥以及紫云英与稻草共同利用的增产和节肥效应及其植物营养学、土壤微生物学等相关作用机制进行综述。2008—2019 年间开展的 11 个联合定位试验结果 ($n = 930$) 表明, 冬种紫云英在不减肥或者减肥 20% 条件下增产效果显著, 水稻产量增加幅度分别为 6.53% 和 4.15%; 在减施 40% 化肥时可保障水稻与常规施肥相比不减产。紫云英的增产和节肥效应随种植年限的增加而增强, 5 个联合定位试验连续 7 年的监测结果表明, 冬种紫云英减施 40% 化肥条件下, 紫云英种植第一年相对常规施肥增产 0.87%, 至种植第 7 年增幅为 3.98%。紫云英与稻草联合利用是近些年稻区推行的重要技术模式, 2016—2019 年间开展的 7 个联合定位试验结果 ($n = 342$) 表明, 紫云英-稻草联合还田相对于单独稻草还田, 水稻产量增加了 11.71%。本文分别从优化水稻产量构成、促进水稻养分吸收、提升土壤肥力 3 方面阐释了紫云英作冬绿肥的增产、节肥机制。稻田冬种紫云英可增加水稻有效穗数和每穗实粒数, 优化了产量构成。与常规施肥相比, 紫云英配施减量化肥的水稻吸氮量增加了 6.4%~6.9%, 氮肥利用率提高了 6.6%~31.1%。稻田种植紫云英使土壤碳、氮库得到培育, 土壤活性有机碳含量和碳转化酶活性提高, 土壤速效养分、土壤物理性状明显改善。以有机质和全氮为例, 相比常规施肥处理, 种植翻压紫云英后减施 20% 和 40% 化肥处理的土壤有机质含量分别增加 3.95% 和 4.15%, 土壤全氮含量分别增加 1.22% 和 1.74%。在紫云英调控土壤微生物及氮转化机制方面, 冬种绿肥有利于土壤微生物的生长繁殖, 增强与微生物活性密切相关的土壤酶活性, 并通过改变土壤微生物的群落结构及功能微生物影响土壤养分循环。紫云英配施减量化肥可提高土壤固氮菌丰度, 通过合理的调控措施可优化紫云英的生物固氮作用。硝化作用对冬绿肥的响应在不同类型土壤中有较大差异, 碱性水稻土中冬种绿肥可通过抑制硝化作用降低氮素淋失风险, 氨氧化微生物群落结构的变化是冬绿肥影响硝化作用的重要机制。通过近十多年来的研究, 逐渐明晰了我国南方稻田冬种紫云英的增产、节肥效应及其机制, 为今后稻田绿肥的效应与机制研究提供了重要借鉴和参考。

关键词: 稻田; 紫云英; 增产; 节肥; 土壤碳氮

Effects of milk vetch (*Astragalus sinicus*) as winter green manure on rice yield and rate of fertilizer application in rice paddies in south China

GAO Song-juan¹, ZHOU Guo-peng², CAO Wei-dong^{2*}

(1 College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China;
2 Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Plant Nutrition and Fertilizer, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100081, China)

Abstract: In this paper, we collected data from previous investigations on milk vetch (*Astragalus sinicus*) as winter green manure, and co-incorporation of milk vetch and rice straw in rice paddy fields in south China to study the effects of milk vetch green manure on rice yield and chemical fertilizer application, and the mechanisms of plant nutrition and microbial ecology. Thus, a total of 930 datasets obtained from 11 joint experiments conducted from 2008 to 2019 were analyzed to address this objective. The results showed that incorporation of milk vetch together with application of 100% and 80% of conventional amounts of chemical

收稿日期: 2020-08-07 接受日期: 2020-11-06

基金项目: 国家绿肥产业技术体系 (CARS-22); 中国农业科学院科技创新工程; 江苏省自然科学基金项目 (SBK2019042713)。

联系方式: 高嵩涓 E-mail: gaosongjuan@njau.edu.cn; * 通信作者 曹卫东 Tel: 010-82109622, E-mail: caoweidong@caas.cn